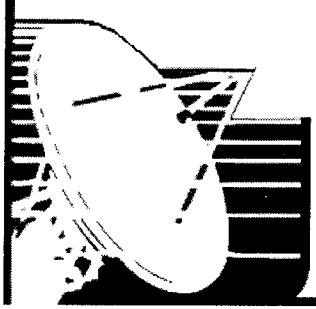
طريقة عرض الصورة

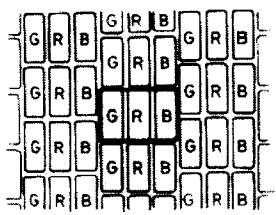
* * * * *

- أنبوبة الشاشة ذات الباعث الثلاثي .
- قناع الظل المشقق .
- ترتيب النقاط الفسفورية .
- تركيب أنبوبة الشاشة .
- بواعث الإلكترونات والأشعة الإلكترونية .
- تصحيح التفاوت في مسار الأشعة الإلكترونية .
- شاشة العرض طراز ترينيترون .
- منع التأثير المغناطيسي الخارجي .
- التركيز البؤري .
- تحديد تيار الشعاع الإلكتروني .
- إسقاط الصورة التلفزيونية على شاشة خارجية .



*وضحنا فى السابق كيفية عمل أنبوبة الشاشة فى أجهزة التلفزيون غير الملونة، وسنحاول ـ هنا ـ توضيح طريقة عمل أنبوبة الشاشة فى التلفزيون الملون . وقد كانت تقنية صناعة أنبوبة الشاشة الملونة وتطويرها محل دراسة وتفكير العلماء لسنوات عديدة ، حتى أننا نرى الآن أجهزة عرض مباشرة يصل قطر الشاشة فيها إلى ٨٩ سم ، وقد تم تحسين وتطوير خامات صناعة الشاشات والبواعث الإلكترونية داخلها بدرجة كبيرة ، وقد قام الدكتور «**جولد سميث**» مع فريق بحث أمريكى بابتكار أول شاشة عرض ملونة تقوم على مبدأ قناع الظل أو* ***Shadowmask*** *باستخدام شاشة متكاملة العناصر ، وكان ذلك فى الخمسينيات من القرن الحالى ، وقد كانت أول العينات بالطبع غير مستساغة الشكل مقارنة بما هى عليه الآن ، ولكنها كانت تحمل كل السمات الأساسية لشاشة العرض الحالية .*

★ أنبوبة الشاشة ذات البواعث الثلاثية :



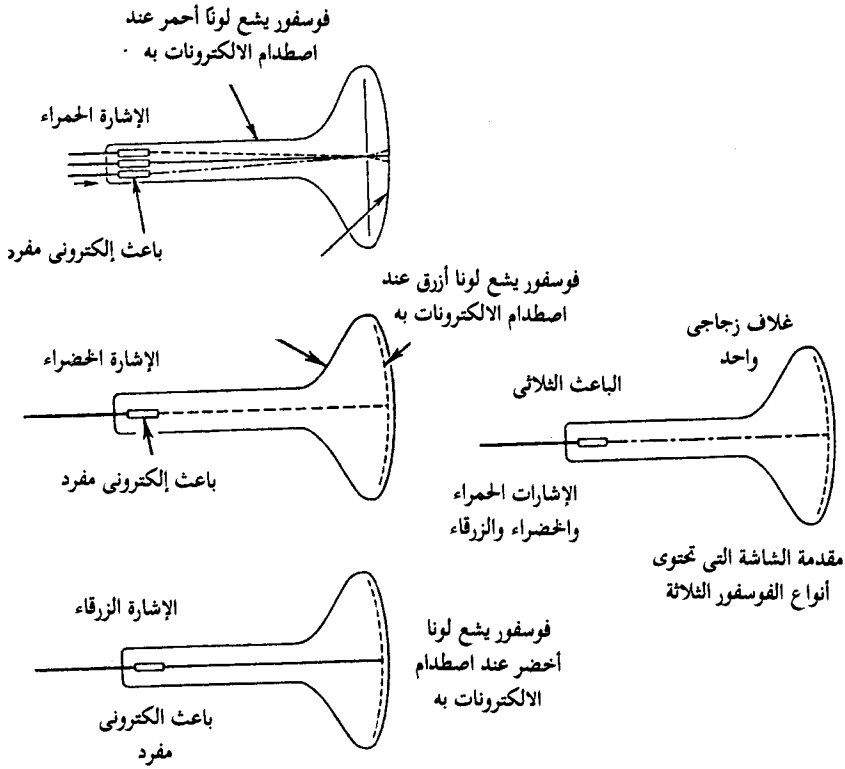
إن أهم شرط فى شاشة العرض التلفزيونى الملون هو أن تغطى مقدمتها ثلاثة أنواع من الفسفور حتى يمكنها ذلك من إنتاج صورة تحوى عناصر ثلاثة أو يمكّنها من عرض ثلاثة عروض فى تناسق زمنى لإنتاج صورة ملونة ، وهذه العناصر الثلاثة هى الأحمر والأخضر والأزرق ، وإذا نحن كبرنا مقدمة هذه الشاشة بعدسة تكبير أثناء عملها فإننا سنرى كل نقطة من الفسفور فى شكل بقعة تحوى الألوان الثلاثة كما هو موضح بالشكل .

والفسفور المكون للصورة والموجود على مقدمة الشاشة على هيئة نقاط غير ملونة بالطبع ، ويبدو شكله متماثلا لكل مجموعة لونية ، ولكن عندما يتم قذف هذه النقاط بالشعاع الإلكترونى يصدر عن كل نقطة اللون الخاص بها الذى يختلف عن اللون بالنقطة المجاورة كما هو موضح بالشكل وتسمى كل مجموعة من هذه المجموعات التى تحوى الألوان الثلاثة بالمجموعة الثلاثية أو

Triad ، وتحوى شاشة التلفزيون الملون العادية حَوَالَى نصف مليون مجموعة ثلاثية تمثل نسيج الشاشة الأمامى الذى يعرض الصورة ، وتوضع البواعث الإلكترونية الثلاثة فى أنبوبة الشاشة بحيث يصيب الشعاع الإلكترونى من كل باعث لونًا واحدًا ، بمعنى أن الباعث الأول يقذف إلكتروناته على النقاط الحمراء فقط فى المجموعة الثلاثية ، والباعث الثانى يقذف إلكتروناته على النقاط الخضراء فقط فى المجموعة الثلاثية، الباعث الثالث يقذف إلكتروناته فقط على النقاط الزرقاء فى المجموعة الثلاثية ؛ ولذلك دائما ما يتم تسمية الباعث الإلكترونى ، والشعاع الصادر منه باسم اللون الذى يختص به ، فنقول الباعث الأحمر والشعاع الأحمر ، والباعث الأخضر والشعاع الأخضر ، والباعث الأزرق والشعاع الأزرق ، وهم غير ملونين بالطبع ، ولكن ذلك للتسهيل فقط ، فالعين البشرية تخدع برؤيتها للألوان الثلاثة تسقط على البقعة نفسها ، وبالتالى فإحساسها يكون بالمزيج الناتج من خلط هذه الألوان الثلاثة فى هذه البقعة ، فإن كان الخليط اللونى من الأحمر والأخضر والأزرق بالنسب نفسها التى تعطى الأبيض فإن البقعة التى تراها العين لحظيًا بهذا الخليط تكون بيضاء ، أو تبدو كظل ما بين الأبيض والأسود بدرجات الرمادى .

وقد بينا فى السابق أن كل الألوان يمكن استنتاجها من الألوان الثلاثة الأساسية ؛ لذلك فإن كل بقعة يمكن أن تأخذ أى لون من الألوان الأساسية ، أو أى لون تكميلى كالأصفر والتركواز والبنفسجى ، أو حتى أى لون آخر يمكن أن ينتج من خلط هذه الألوان الأساسية بنسب متفاوتة ، ويشمل مدى تكوين الألوان نطاقًا واسعًا يمكن معه أن تكون صورة التلفزيون مساوية فى دقة ألوانها للصور الفوتوغرافية الملونة .

والرسم التخطيطى التالى يوضح لنا كيفية عمل البواعث الثلاثية مع قناع الظل وهى فى الواقع ثلاث أنابيب فى أنبوبة واحدة زجاجية تشترك فى شاشة واحدة ، فالبواعث الإلكترونية الثلاثة تعمل بصورة منفردة ومستقلة لإرسال ثلاثة أشعة إلكترونية لكل منها قوة مختلفة تبعا للإشارة الخاصة باللون الأساسى الذى يتحكم فى إطلاق هذه الإلكترونات .



[رسم توضيحى لبيان كيفية دمج البواعث الإلكترونية الثلاثة فى أنبوبة واحدة وهو الشكل الفعلى الذى يعمل به نظام الشاشة الملونة] .

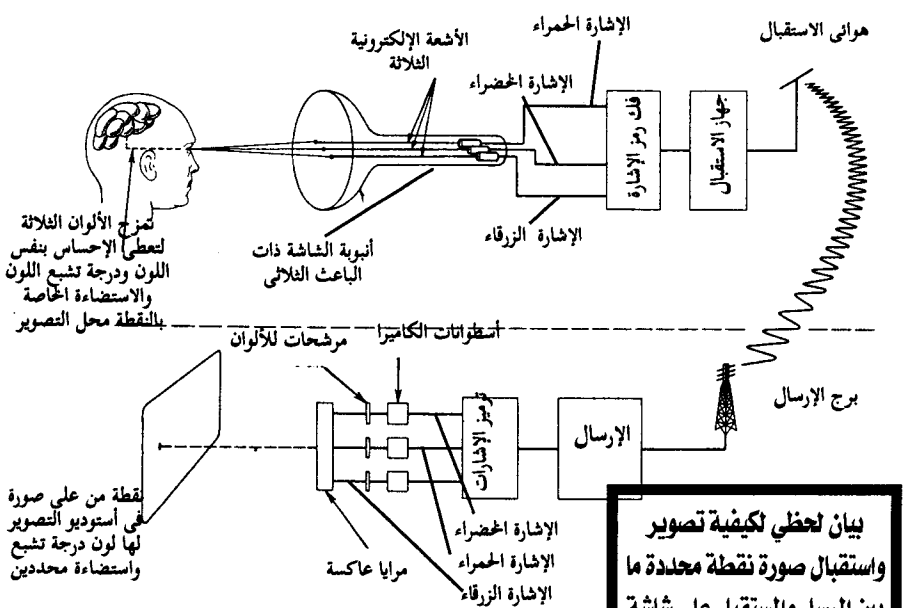
★ قناع الظل *Shadow mask* :

بالإضافة إلى المكونات الموجودة فى داخل الشاشة كما وضحناها فى الصفحات السابقة هناك جزء مهم يطلق عليه اسم قناع الظل ، ولأن عمله مهم فى الشاشة فقد سميت هذه النوعية من شاشات العرض الملونة باسم شاشة قناع الظل .

وقناع الظل هذا عبارة عن شبكة معدنية بها ثقوب كثيرة العدد يختص كل ثقب من هذه الثقوب بمجموعة ثلاثية **Triad** ، والغرض من وضع هذا القناع ذى الثقوب هو ضبط توجيه الشعاع المختص بلون معين ؛ لكى يسقط على النقاط الفسفورية الخاصة بهذا الشعاع فقط دون غيرها ، أى أن يسقط الشعاع الإلكترونى الخاص بالنقاط الحمراء إلى النقاط الفسفورية الحمراء ، وهكذا بالنسبة لباقى الألوان .

ويوضع قناع الظل المشقق على بعد ١٢ ميلليمتراً من الجزء الفسفورى للشاشة بحيث تتجمع الأشعة من البواعث الثلاثة فى ثقب واحد وتنفذ منه متفرقة تفرقاً خفيفاً يؤدى إلى أن يسقط كل شعاع على النقطة اللونية الخاصة به .

فكل نقطة يتم إضاءتها بسقوط الشعاع الإلكترونى ، لينتج عن ذلك استضاءة ملونة متناسبة مع شدة الشعاع الإلكترونى الساقط عليها ، وكما شرحنا فإن شدة تقارب النقاط مع بعضها البعض ، وتأثير الخداع البصرى يجعل العين ترى كل بقعة من بقاع الشاشة بلون تعتمد شدته على إشارة المرئيات الواصلة إليها ، والرسم التالى يوضح عملية استقبال إشارة من نقطة محددة على غرض التصوير من خلال تحليل مسار الإشارة وترميزها وتحميلها على الموجة الحاملة ، ثم إرسالها عن طريق برج الإرسال ، ثم استقبالها عن طريق هوائى الاستقبال مروراً بجزء فك رموزها ثم تحويلها إلى إشارات للبواعث الإلكترونية داخل الشاشة حتى إصابة النقاط الفسفورية على الشاشة وظهور الصورة التى يراها المشاهد . انظر الشكل .



بيان لحظي لكيفية تصوير واستقبال صورة نقطة محددة ما بين المرسل والمستقبل علي شاشة التلفزيون الملون

ويصنع هذا القناع المشقق من رقائق معدنية لها شكل ومساحة الجزء الأمامى من شاشة العرض ، ويتم تصنيعه بطريقة الحفر الكهروكيميائى بمثل الطريقة التى تعد بها ألواح الطباعة ، ولكن دقة التثقيب فى حالة القناع المشقق أكبر كثيراً .

★ ترتيب النقاط الفسفورية :

لوضع النقاط الفسفورية بالنظام الذى وضحناه فى السابق على السطح الداخلى لمقدمة شاشة العرض التلفزيونى هناك طريقة معينة يجب اتباعها ، فأول ما نبدأ به هو النقاط الفسفورية الخاصة باللون الأخضر ؛ حيث يتم رش المادة الفسفورية التى تشع اللون الأخضر على كامل مساحة الشاشة من الداخل ، ثم يتم تثبيت قناع الظل المشقق فى مكانه بدقة ، ولتثبيت المادة الفسفورية الخضراء السابق رشها فى مكانها جيِّداً على هيئة نقاط بالشكل المطلوب يتم إسقاط الأشعة فوق البنفسجية من خلال ثقوب القناع المشقق بزاوية تماثل زاوية سقوط الأشعة الإلكترونية من باعث الإلكترونات المختص باللون الأخضر .

وبعد تمام التصاق وجفاف النقاط الفسفورية الخضراء فى مكانها المحدد تتم إزالة القناع المشقق من مكانه ، ويتم غسل الشاشة ؛ لإزالة الفسفور الذى لم يتعرض للأشعة فوق البَنَفْسَجية ، وهذا الفسفور كان فى ظل القناع المشقق ، وبذلك نكون قد حصلنا على منظومة تامة لنقاط الفسفور الذى يتلون باللون الأخضر عند اصطدام الإلكترونات به .

ثم تعاد خطوات العملية السابقة نفسها بالنسبة للفسفور الذى يتلون باللون الأحمر ، والفسفور الذى يتلون باللون الأزرق ، وذلك بتسليط الأشعة فوق البنفسجية على كل نوع من النوعين من زاوية شعاع اللون الخاص بها بحيث تقع كل نقطة فسفورية خاصة بلون فى مكانها بالضبط ، وفى نهاية المطاف ينتج لدينا منظومة من النقاط الفسفورية بالألوان الثلاثة متراصة بجوار بعضها البعض .

وهناك ـ أيضا ـ بعض التحسينات التى تجرى على الشاشة الملونة بعد إتمام تثبيت النقاط الفسفورية ، وذلك لتحسين قدرة الشاشة على إظهار التباين ،

ولزيادة كفاءة الصورة بصفة عامة فمن المعلوم أن أكثر نقاط الصورة عتامة لا يمكن أن تظهر بأكثر من قتامة النقطة الفسفورية التى لا يسقط عليها أى شعاع إلكترونى ؛ لذلك فإن الفسفور المستخدم فى الشاشة يلون بلون داكن حتى يمتص الإضاءة الساقطة عليه من الجو المحيط فى غرفة المشاهدة وبالإضافة إلى ذلك فإن الفراغات البينية بين النقاط الفسفورية يتم ملئها بمادة ماصة للضوء ذات لون أسود ، ومن شأن ذلك تحسين تباين الصورة.

★ تركيب أنبوبة الشاشة :

إذا بدأنا فى استعراض تركيب أنبوبة الشاشة من الخلف نجد أول ما يقابلنا هو فتيل التسخين ، وهو شبيه بذلك الموجود فى الشاشات غير الملونة ، ولكنه أقل استهلاكًا للطاقة الكهربائية ، ويمتاز بسرعة الوصول لأقصى حرارة حيث يصل لدرجة الحرارة المطلوبة فى خمس ثوان فقط ، ويتم ذلك عن طريق تركيز ملف التسخين خلف سطح الكاثود .

ويختلف قطر رقبة الأنبوبة ، ولكنه فى العموم ٢٩ ميلليمتراً ، أما زوايا الانحراف للشعاع الإلكترونى فهى إما ٩٠ درجة أو ١١٠ درجة ، ولكن هناك أجهزة صغيرة نقالة تقل فيها زاوية الانحراف حتى ٥٠ درجة ، ومن ناحية أخرى هناك بعض الأجهزة من طراز «**سونى**» تصل فيها زاوية الانحراف إلى ١١٤ درجة ، وهى أقصى ما أمكن الوصول إليه بالتقنية الحالية .

أما قناع الظل المشقق فهو من أهم العناصر ؛ لأن ضبط اتِّجاه سقوط الأشعة الإلكترونية على النقاط الفسفورية المرتبطة بها يعتبر عاملاً حاسمًا فى الأداء السليم للشاشة وحُسن وضوح الصورة ، ولأن نسبة الثقوب فى هذا القناع تبلغ ٢٣ ٪ فقط من مساحته فإن الباقى يعتبر حاجزًا يمتص غالبية الطاقة الموجودة فى الإلكترونات المندفعة تجاه الشاشة ، ويبلغ التيار المار خلال القناع المشقق أكثر من مللى أمبير ومع وجود جهد عالى مقداره ٢٥ كيلو فولت فإن الطاقة التى يمتصها قناع الظل تبلغ ٣٠ وات ، وإذا استمر ذلك فإن القناع سيسخن ومن البديهى أنه سيتمدد ؛ لذلك يجب عمل حساب هذا التمدد حتى لا يحدث أى انبعاج فى هذا القناع المشقق لأن أى اعوجاج أو انبعاج فى سطحه يؤدى

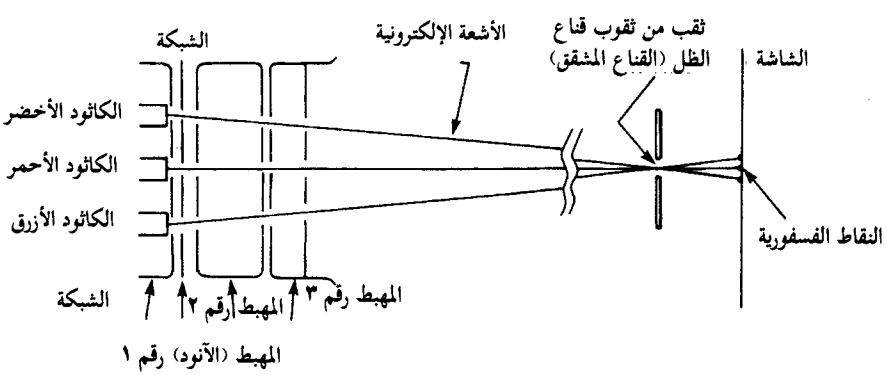
إلى اختلال فى سقوط الأشعة الالكترونية ، ومن ثم يختل نقاء الصورة كلها ؛ لذلك فإن هذا القناع يتم تثبيته فى إطار خاص يحوى مشابك خاصة تسمح له بالتمدد الطولى مع بقاء نظام الشقوق الموجودة عليه على وضعها دون تغير .

أما عن مقدمة الشاشة التى نرى عليها الصور فقد كان المقاس الذى يعرف به جهاز التلفزيون ـ سابقًا ـ هو مقاس القطر ـ أى من الركن إلى الركن ـ بمعنى أنه كان مقاس الزجاج المصنوع منه مقدمة الشاشة ، وهذا المقياس أكبر من مقياس قطر الصورة المرئية نفسها ؛ لأنها لا تشغل كامل مساحة مقدمة الشاشة بالضبط أما فى هذه الأيام فإن تعريف مقاس الجهاز عندما نقول ـ مثلاً ـ إنه ٢٠ بوصة فالمقصود هنا أن مقياس قطر الصورة المرئية ـ فعلاً ـ هو ٢٠ بوصة .

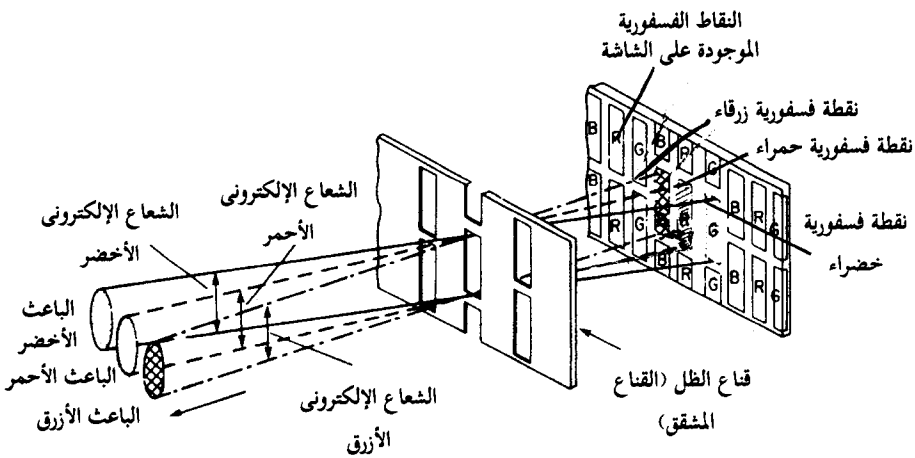
والسطح الأمامى للشاشة له طبقتان الأولى تعمل كواقى ضد انكسار الشاشة فى حالة انكسار مادة أنبوبة الشاشة الزجاجية ، ويبلغ سمك طبقتى الشاشة الأماميتين ٢ سم فى الشاشة ذات القطر ٦٨ سم ؛ لأنّ الضغط الجوى الواقع على أنبوبة الشاشة المفرغة من الهواء يعتبر كبيراً جداً .

★ بواعث الإلكترونات والأشعة الإلكترونية :

يمثل الرسم التالى البواعث الإلكترونية التى تشع كل منها شعاعًا من الإلكترونات يأخذ طريقه من خلال القناع المشقق (قناع الظل) حتى سقوطها على الفسفور الخاص بها على الشاشة :



نلاحظ فى هذا الرسم أن نظام التعجيل المكون من ثلاثة من المهابط هو نظام مشترك وموحد للبواعث الثلاثة ، وتأخذ الأشعة الإلكترونية الثلاثة مساراً متجاوراً ومتقارباً بمسافة بينية لا تزيد على ٥ ميلليمترات ، ونلاحظ أن البواعث الثلاثة على خط واحد يخرج من كل منها شعاع إلكترونى من خلال شبكة التنظيم ، ثم يقابل كل منهم المهبط «**الآنود**» الأول الذى يعجل حركتهم تجاه المهبط رقم ٢ ، ويعمل هذا المهبط رقم ٢ مع المهبط رقم ٣ عمل العدسة الإلكترونية التى تجمع الأشعة الإلكترونية إلى بؤرة ، وبذلك تكون الأشعة الصادرة من البواعث فى مسار متجمع ، كما تجمع الضوء المتوازى فى بؤرة بالعدسة الضوئية فإن هذه العدسة الإلكترونية تقوم بالعمل فى تجميع الأشعة الإلكترونية، والرسم التالى يوضح طريقة تجميع الأشعة الإلكترونية فى بؤرة باستخدام العدسة الإلكترونية :



الأشعة الإلكترونية الثلاثة تأخذ طريقها مارة خلال ثقوب قناع الظل لتسقط على النقاط الفسفورية الخاصة بها على الشاشة .

★ نقاء الصورة :

من أهم الأمور التى يجب مراعاة الدقة فيها زاوية سقوط الأشعة الإلكترونية على القناع المشقق حتى يؤدى عمله المطلوب بالضبط فى سقوط الشعاع على النقطة الفسفورية الصحيحة دون غيرها . فإذا نحن تصورنا باعث الإلكترونات

وقد حدث خلل فى ضبط مكانه بحيث أصبح لا ينطبق ـ تمامًا ـ مع الموضع الذى كان فيه مصدر الأشعة فوق البنفسجية أثناء عملية تصنيع الشاشة كما ذكرنا فى السابق ـ فإن واحدًا أو أكثر من الأشعة الإلكترونية سيتعدى مكان سقوطه المفترض ، ويقع على نقاط أخرى مجاورة تكون غير مقصودة بهذا الشعاع ، فلو حدث هذا ـ مثلا ـ للشعاع الأحمر وانحرف هذا الشعاع ليصيب نقطة فسفورية زرقاء فإن هذا الشعاع سيسبب توهجًا زائدًا فى النقاط الزرقاء ، وسيظهر ضوء أزرق لا معنى له مما ينتج فى الصورة ظلالا بنفسجية على الأماكن التى يفترض أن تكون حمراء خالصة ، ولتلافى ظهور هذا العيب فإن أنبوبة الشاشة مزودة بحلقة ذات قطبين مغناطيسيين تحيط بمنطقة مرور الأشعة الإلكترونية لإمكانية ضبط الأشعة الإلكترونية غير المضبوطة لتعيدها إلى محورها الصحيح ، وذلك لضمان نقاء الصورة المعروضة على الشاشة .

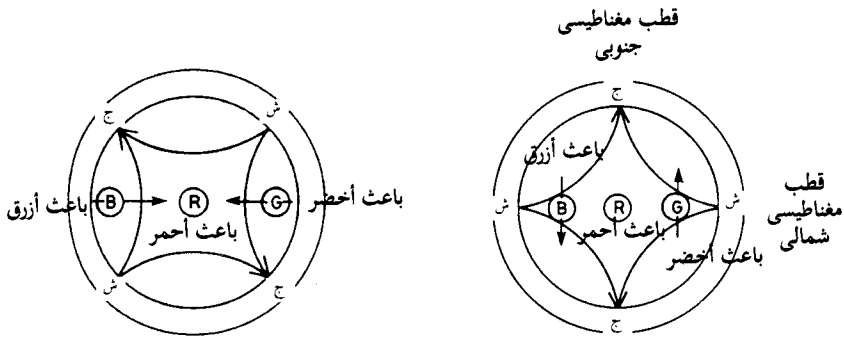
كما أن ملفات الانحراف الخاصة بعملية المسح يمكن إزاحتها طوليًا للأمام والخلف ضمانًا لتطابق نقطة سقوط الأشعة الإلكترونية مع النقطة الفسفورية التى تم ضبطها أثناء عملية تصنيع الشاشة ، وفى حالة ضبط ذلك بدقة نجد أن نقاء الصورة قد تم للألوان كلها ولكامل مساحة الشاشة .

★ تصحيح التفاوت فى مسار الأشعة الإلكترونية :

ثبت ـ عمليًا ـ أن الشعاع الإلكترونى الصادر من البواعث الإلكترونية الثلاثة أكبر من ثقب قناع الظل ، وأن هذه الأشعة تسقط ـ أيضًا ـ على حافة الثقب محيطة به ، ومعنى ذلك أنه لابد من وجود وسيلة لتصحيح وضع البواعث ؛ لتعويض أى تفاوت فى عاملين هما زاوية سقوط الشعاع ، ووضع الباعث نفسه فى مكانه السليم بالضبط ، لأن أى خطأ فى ذلك سيؤدى إلى تشوه حواف أى مفردات داخل الصورة . فنحن إذن فى حاجة إلى وسيلة تنقل مسار الأشعة الإلكترونية فى عنق أنبوبة الشاشة ، وتنفذ هذه الوسيلة ـ عمليًا ـ عن طريق حلقة مغناطيسية حول عنق أنبوبة الشاشة بحيث تولد هذه الحلقة مجالاً مغناطيسيا مُحدَّدًا يمكن ضبطه ليحيط بمسار كل شعاع إلكترونى من الأشعة الثلاثة . ويتم ذلك عن طريق مغناطيس حلقى رباعى الأقطاب وآخر سداسى الأقطاب .

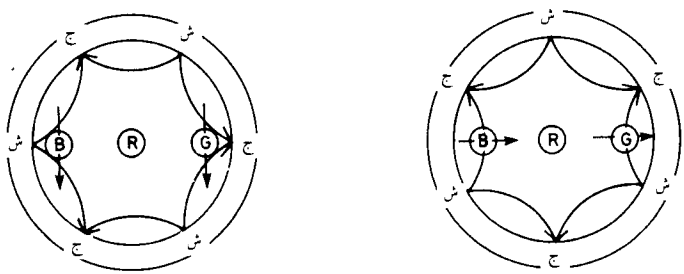
وإذا فحصنا عنق أنبوبة الشاشة نجد أن عليها زوجًا من الحلقات المغناطيسية لتوليد المجال المغناطيسى رباعى الأقطاب ، وزوجًا آخر من الحلقات المغناطيسية لتوليد المجال المغناطيسى ، وعن طريق الضبط المشترك لهذه الأقطاب ـ يدويًا ـ من حيث الشدة والاتجاه يتم التحكم فى مسار الأشعة الإلكترونية ، ويجب الإشارة ـ هنا ـ إلى أن هذه المجالات المغناطيسية لا تؤثر على شعاع الباعث الأوسط الذى يسير شعاعه الإلكترونى مستقيمًا على محور أنبوبة الشاشة .

والآن هيا بنا نوضح كيفية تأثير المجال المغناطيسى رباعى الأقطاب على مسار الشعاع الإلكترونى .



(تأثير المجال المغناطيسى رباعى الأقطاب على الأشعة الإلكترونية)

يتضح من هذا الرسم إمكانية عمل إزاحة أفقية أو رأسية مضادة لكل من الشعاعين الخارجيين (الأخضر والأزرق فى هذه الحالة) ، وذلك عن طريق تغيير اتجاه المجال ، كما يمكن تغيير مدى الإزاحة عن طريق التحكم فى شدة المجال المغناطيسى نفسه .

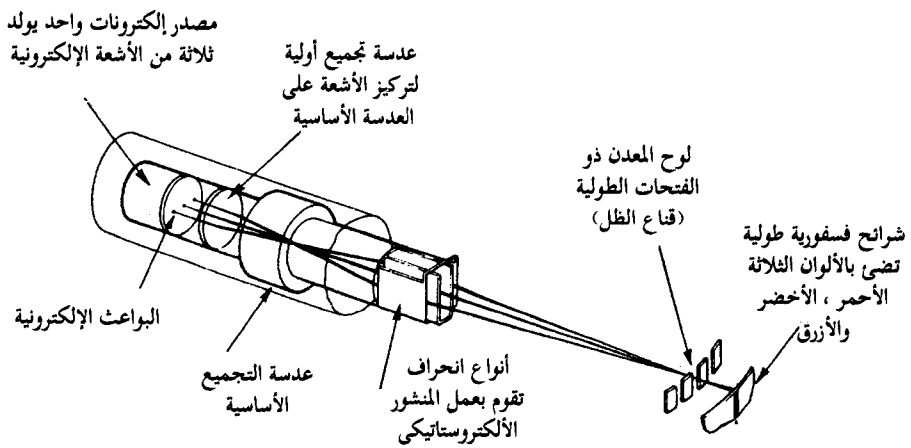


(تأثير المجال المغناطيسى سداسى الأقطاب على الأشعة الإلكترونية)

أما المجال المغناطيسى سداسى الأقطاب فيؤثر على الشعاعين الخارجيين (الأخضر والأزرق فى هذه الحالة) بحيث تكون إزاحتهما – معًا – فى الاتجاه نفسه سواء رأسيًا أو أفقيًا ، ونلاحظ هنا ـ أيضًا ـ أن اتجاه إزاحة الأشعة يعتمد على اتجاه خطوط المجال المغناطيسى للأقطاب الستة ، بينما يعتمد مدى الإزاحة رأسيًا أو أفقيا على شدة المجال المغناطيسى المؤثر على الأشعة الإلكترونية .

★ شاشة العرض طراز «ترينيترون» :

من أوائل الأنواع التى أنتجتها شركة سونى عام ١٩٦٩ ، وتختلف هذه النوعية عن غيرها فى قناع الظل ، وبدلاً من النقاط الفسفورية الثلاث المنفصلة للألوان فى الشاشات الأخرى فإن شاشة الترينيترون تتكون من عدة مئات من الشرائح الطولية للألوان الثلاثة الأحمر والأخضر والأزرق مصنوعة من الفسفور المضىء ـ أيضا ـ أما القناع المشقق ـ هنا ـ فيتكون من رقيقة معدنية بها فتحات طولية مستمرة لكل لون من الألوان الثلاثة الأحمر والأخضر والأزرق .



والرسم السابق يوضح طريقة تصميم هذا الطراز من شاشات العرض التلفزيونى، حيث تخرج الأشعة الخاصة بالألوان الثلاثة من الباعث الإلكترونى تجاه عدسة إلكترونية أولية تقوم بعملية تجميع لمسار هذه الأشعة على مركز عدسة إلكترونية أكبر تسمى العدسة الأساسية ، ثم تمر هذه الأشعة على ألواح

انحراف تماثل فى عملها المنشور الزجاجى بالنسبة للضوء حيث تقوم فكرتها على فارق جهد يصل إلى عدة مئات من وحدات فرق الجهد «**الڤولت**» فيما بين هذه الألواح ، ومع ضبط قيمة فارق الجهد بين الألوان يتم تجميع الأشعة الطرفية لتتجمع فى بؤرة واحدة مع الشعاع الأوسط .

ويتم ضبط التجمع الرأسى للأشعة فى طريق حلقات مغناطيسية موجودة على رقبة أنبوبة الشاشة .

وأهم ميزات شاشة العرض من طراز ترينيترون أن نفاذية الأشعة من خلال القناع المشقق تكون بدرجة أعلى من أنواع الشاشات الأخرى نظراً لزيادة نسبة الفتحات فى القناع ، وبالتالى فإن استضاءة الشاشة تكون أعلى من الأنواع الأخرى .

★ منع التأثير المغناطيسى الخارجى :

إن أى مجال مغناطيسى خارجى يمكن أن يؤثر على مسار الأشعة الإلكترونية التى تسير داخل شاشة العرض التلفزيونى الأمر الذى يؤثر على دقة سقوط الأشعة على النقاط الفسفورية بالكفاءة المطلوبة ، وبديهى أن يؤثر ذلك ـ أيضا ـ على نقاء الصورة التلفزيونية ، وتؤثر القوى المغناطيسية الرأسية الناتجة عن الجاذبية الأرضية على الأشعة الإلكترونية داخل الشاشة ، كذلك فإن الأجهزة والأشياء ذات التأثير المغناطيسى ـ مثل سماعات الصوت والدعامات المصنوعة من الصلب ـ يمكنها التأثير على نقاء ووضوح الصورة على الشاشة .

ولمنع هذا التأثير الخارجى المغناطيسى الضار يتم تزويد أنبوبة الشاشة بواقى مغناطيسى يقوم بمعادلة أى مجال مغناطيسى خارجى ، ويتكون هذا النظام المغناطيسى الواقى من زوج من الملفات ـ تحيط بأنبوبة الشاشة عند طرفها ـ يتم تزويدها بالتيار الكهربائى عند تشغيل جهاز التلفزيون .

★ **التركيز البؤرى :**

ذكرنا فى السابق وبينا فى الرسوم التوضيحية موضوع تجميع الأشعة الإلكترونية فى مسار يتقابل عند نقطة ، وهو التأثير الذى يماثل العدسة اللامَّة بالنسبة للضوء ، وتتم عملية التركيز أو التجميع للأشعة الإلكترونية حتى تتم عملية عبورها فتحات القناع المشقق ، وبدون عملية تركيز الأشعة تصبح الصورة غير واضحة المعالم .

والشعاع الإلكترونى نفسه يتكون من سيل من الإلكترونات ـ ذات الشحنة الكهربائية السالبة ـ تدفع بعضها البعض ، وتتزاحم فى أثناء سيرها فى مسارها السريع تجاه المهبط «**الآنود**» ذى الشحنة الكهربائية الموجبة ، وكون هذه الإلكترونات شحنات سالبة يجعلها تميل إلى التنافر مع بعضها البعض وبذلك ينتشر الشعاع ولا يتجمع ، ولتصحيح ذلك فإن الأشعة الإلكترونية تمر خلال عدسات إلكتروستاتيكية ـ كما هو موضح بالرسوم السابقة ـ لتجميع الأشعة الخارجية الموجودة على الطرفين لتأخذ مساراً منحرفًا نحو الوسط بحيث تتجمع الأشعة كلها فى نقطة واحدة ـ تقريبا ـ عند الشاشة على النقاط الفسفورية ، ويتم ضبط البعد البؤرى لهذه العدسات الإلكترونية عن طريق تغيير جهد العدسات الإلكترونية ، أو وحدات الآنود المتتالية ، ويبلغ مقدار فرق الجهد المطلوب حوالى ١٨ ٪ من جهد الآنود النهائى ، وقد يصل إلى ٢٧ ٪ من جهد المهبط النهائى فى بعض الأنواع الحديثة ، ولما كان جهد المهبط النهائى ٢٥ كيلو ڤولت فإن جهد العدسات الإلكترونية سيتراوح ما بين ٤,٥ـ٦,٨ كيلو ڤولت مع مدى للضبط يتراوح بين سالب ١٥ ٪ وموجب ١٥ ٪ عن هذه القيمة.

★ تحديد تيار الشعاع الإلكترونى :

بينا فى الصفحات السابقة عند الحديث عن قناع الظل وعن سخونته وتمدده كيف يوثر التيار الكهربائى الناشئ من سقوط الأشعة الإلكترونية على سخونة القناع ، وقد صمم إطار القناع لكى يمتص هذا التمدد المتوقع حتى لا ينبعج القناع ، لكن هذا التمدد له حدود ، فعند حدود ١,٢ ميللى أمبير تصل قدرة امتصاص التمدد إلى نهايتها القصوى ، بمعنى أنه إذا زاد التيار على ذلك الحد فإن نقاء الصورة سيتأثر وتتأثر كذلك عملية تجميع الأشعة فى البؤرة السليمة ؛ لذلك فإن تيار الأشعة الإلكترونية يتم قياسه باستمرار عند الباعث ، وعند وصول قيمة التيار للنهاية القصوى فإن تيار الباعث يتم تخفيضه آليًا عن طريق أحد الدوائر المتكاملة IC بواسطة الجهد الواقع على مدخل كل من الوضوح والاستضاءة والألوان .

★ إسقاط الصورة التلفزيونية على شاشة خارجية :

إذا أردنا مشاهدة الصورة التلفزيونية على شاشة كبيرة فإن نظام الشاشة الملونة المعتادة لن يكون عملياً لعدة أسباب أولها الوزن الكبير للجهاز وضخامة الجهاز تبعًا لضخامة الشاشة ، وثانيها تأثير الضغط الجوى على تلك الأنبوبة المفرغة (أنبوبة الشاشة) المصنوعة من الزجاج المفرغ من الهواء ، ولكن هذه المشاهدة تصبح ممكنة بعد ظهور الشاشة الكبيرة المسطحة على أن يتم تكوين الصورة عن طريق الإسقاط ، وقد انحصرت المحاولات فى هذا المجال فى طريقتين الأولى بإسقاط صورة التلفزيون الملون العادى على شاشة كبيرة عن طريق عدسات التكبير ، والطريقة الثانية بإسقاط الصور الملونة بالألوان الأساسية الثلاثة الأحمر والأخضر والأزرق عن طريق المزج اللونى بأسلوب عمل الشاشة نفسه . وقد وجد أن الطريقة الأولى لم تنتج عنها صورة واضحة ـ تماما ـ لأن الضوء الفسفورى للنقاط الملونة يتم إعادة توزيعه بالتكبير على مساحة كبيرة .

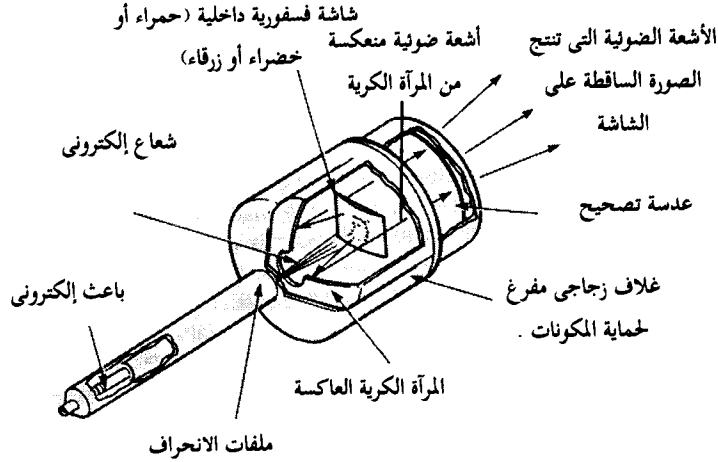
أما عملية إسقاط الألوان الأساسية على شاشة كبيرة فهى أكثر تعقيداً

وتكلفة، ولكنها تعطينا صورة أكثر وضوحًا ، وتعتمد طريقة الإسقاط على مساحة الشاشة ، وعلى المساحة المتاحة للمشاهدة ، وحتى يكون الجهاز معقول الحجم فإن مسار الضوء يتم اختصاره باستخدام المرايا العاكسة .

ويتم هذا الإسقاط للصورة التلفزيونية عن طريق سقوط الضوء من ثلاث شاشات منفصلة واحدة للون الأحمر والثانية للون الأخضر والثالثة للأزرق ، وهى الألوان الثلاثة الأساسية للنظام اللونى للتلفزيون ، والغرض الأساسى هو الوصول إلى أعلى استضاءة للصورة بدون استخدام القناع المثقب الذى يعترض الأشعة الإلكترونية ، ولما كان العامل الذى يحد من استضاءة الصورة هو الحرارة التى تنتج عن مرور الأشعة فى الزجاج الأمامى لوحدات الإسقاط فإن هذه الوحدات تصنع من الياقوت غالى الثمن لتتحمل الحرارة العالية .

أو أن تتم عملية تبريد بالهواء لثلاث من الشاشات الإلكترونية الزجاجية الصغيرة ، ويمكن أن تركب وحدات الإسقاط الثلاث على خط واحد مثل : بواعث الإلكترونات ، أو على شكل مثلث ، والمطلوب ـ إذن ـ هو الحصول على أقصى ضوء ممكن من كل وحدة من وحدات الإسقاط الثلاث ، وإسقاطه على الشاشة الخارجية فى مسار مستقيم ومباشر أو مختصر بالمرايا العاكسة ، ويستخدم فى هذا النوع من أجهزة العرض إحدى الطريقتين الضوئيتين فى تجميع الصورة إما بالعدسات الضوئية العادية ، أو بنظام (شميدت) الضوئى . ويستخدم نظام «**شميدت**» هذا المرايا الكرية ذات اللمعان الشديد التى تجمع الأشعة الضوئية المبعثرة من وحدات الإرسال وتجمعها فى هيئة أشعة متوازية ، وهى عملية عكسية للطريقة المتبعة فى التلسكوبات الفلكية وتمر هذه الأشعة المتوازية من خلال عدسة تصحيح قبل سقوطها على شاشة العرض .

ولضمان عدم تلوث المرايا شديدة اللمعان ، وضمان ثبات موقع هذه المرايا ودقة عملها فإن نظام شميدت الضوئى يتم تغليفه بأنبوبة زجاجية للحماية . والشكل التالى يوضح تركيب وحدة الإسقاط الضوئى ذات المرايا الكرية العاكسة .



(رسم توضيحى للمكونات الداخلية لنظام شميدت لإسقاط الصورة التلفزيونية على الشاشة الخارجية) .

ونلاحظ فى هذه الوحدة وجود شاشة داخلية صغيرة (قطرها ٩ بوصات مصنوعة من الألومنيوم ، ومغطاة بالفسفور المضىء بالألوان الثلاثة الأحمر والأخضر والأزرق) تسقط عليها الأشعة الإلكترونية ، وتصدر عنها الألوان الثلاثة نتيجة توهج الفسفور الذى يغطى سطحها وكنتيجة لاختلاف موضع مصادر الضوء الثلاثة لأنهم غير متطابقين فى الموقع بل يجاور بعضهم البعض فإن زاوية سقوط الشعاع الضوئى الصادر من كل منهم تختلف عن بعضها البعض ، ويسبب هذا الاختلاف اختلالاً فى تكوين الصورة الملونة على شاشة العرض الخارجية ، ولتصحيح ذلك فقد أدخل نظام لتعديل الأشعة الضوئية ، وذلك بتجميع الحزم الضوئية للمصادر الثلاثة عن طريق التحكم فى انحراف مسارات الأشعة لكى تسقط الأشعة الضوئية فى النهاية على الشاشة الخارجية مكونة الصورة الملونة التى تنتج عن مزج الألوان الأساسية الثلاثة .